激素对亚洲玉米螟幼虫滞育的影响*

赵章武**　曹梅讯
（中国科学院上海昆虫研究所　上海　200025）

亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* 是我国乃至亚洲地区的重要农业害虫之一。它具有兼性滞育的特点，年发生1～7代，以末龄老熟滞育幼虫越冬。来年春天终止滞育，开始化蛹。幼虫的滞育是通过脑中枢神经细胞接受外界环境的规律变化，调节体内神经和内分泌活动来实现的[1~2]。过去曾一度认为，昆虫幼虫和蛹的滞育，是由于体内脑神经内分泌系统失活以及激素缺乏而引起。现已证明，引起幼虫和蛹的滞育并非激素的缺乏，而是体内脑神经内分泌系统处于活跃状态以及激素参与的结果[3]。不同的滞育昆虫其体内激素调控的机制不同[4]。在一些幼虫滞育的昆虫中，如二化螟 *Chilo suppressalis* 和西南玉米杆草螟 *Diatraea grandiosella*，其幼虫的滞育是受保幼激素（JH）控制[5~6]。但高 JH 滴度不能诱使欧洲玉米螟进入滞育[7~8]。目前，尚缺少激素对亚洲玉米螟滞育影响的报道。

1　材料与方法

1.1　供试虫源和饲养方法

亚洲玉米螟虫源来自山西省原平县（东经112°42′，北纬38°45′）的越冬代滞育幼虫。其中一部分在光周期 L/D 为12/12 h，温度为（27±0.5）℃，相对湿度70%～80%的滞育条件下（SD）饲养，人工饲料采用新七号配方[9]。另一部分滞育幼虫在光周期 L/D 为16/8 h，其它条件不变的非滞育条件下（LD）饲养。每一代孵化的幼虫均可进行滞育幼虫的诱导。

1.2　滞育幼虫颈部结扎及腹部注射

用细线将幼虫颈部扎紧，对照组分不结扎和假结扎。假结扎是将幼虫结扎后再小心地将结扎线去除。结扎一月后的幼虫(包括对照)再用蜕皮激素和离体脑处理。实验分不注射，注射重蒸水溶剂(3 μL)，蜕皮激素（1.5 μg/3 μL 或3 μg/3 μL）以及离体滞育和非滞育幼虫脑。脑分别从35日龄滞育和15日龄非滞育末龄幼虫中摘取，注射量是1脑当量/3 μL。

1.3　JHA 对滞育初期幼虫的连续处理

将21日龄的滞育幼虫注射 JH 类似物 ZR-512 (JHA)，并移入 LD 条件下饲养。每周注射一次，连续注射四周，注射量为1 μg/1 μL，注射位置相同，对照组为重蒸水溶剂。

1.4　蜕皮激素处理滞育幼虫

试验分二组：一组是用蜕皮激素（3 μg/3 μL）直接处理滞育幼虫。另一组在蜕皮激素处理前，先用 JHA (2 μg/2 μL) 处理滞育幼虫，48 h 后，再用蜕皮激素处理，观察二者对滞育幼虫的影响。JHA 是 ZR-

* 国家自然科学基金资助项目
** 目前工作单位：中国科学院动物研究所，北京，100080
1996-07-08收稿，1997-03-12收修改稿

512，由吐温-80乳化。蜕皮激素（20-羟基蜕皮酮）由重蒸水溶解。

2 结果

2.1 JHA 对末龄非滞育幼虫的影响

刚进入末龄的非滞育幼虫（在12 h 内）用 JHA 处理，并分别在 LD、SD 和 DD（dark day）条件下饲养。结果如表1所示，LD 条件下的非滞育幼虫化蛹时间延长，与陈沛等在亚洲玉米螟非滞育幼虫的实验结果相似[10]。此外，从 SD 条件下饲养的幼虫亦可看出，非滞育幼虫虽用 JHA 处理，但不久仍化蛹。说明幼虫进入末龄以前，周围环境的变化就已决定了幼虫发育的方向。JHA 只能延迟幼虫化蛹时间，但不能控制发育的方向。

表1　JHA 对末龄非滞育幼虫的影响

每头幼虫处理剂量		处理幼虫数	处理后	处理后50%以上幼虫	处理后90%以上幼虫
JHA (μg/μL)	溶剂 (μL)	(头)	光周期	化蛹所需时间 (d)	化蛹所需时间 (d)
1.5/3		40	LD	9	12
1.5/3	3	30		8	9
1.5/3		31		6	8
1.5/3		40	SD	13	17
1.5/3	3	30		8	12
1.5/3		32		5	11
1.5/3		40	DD	9	12
1.5/3	3	30		8	9
1.5/3		31		5	7

2.2 滞育幼虫的结扎和注射处理

将第45天的滞育幼虫颈部结扎，使头内咽侧体与身体分开，并分别给予 SD 和 LD 条件。37天后结果（表2）显示，结扎的滞育幼虫一个月后仍不化蛹。进一步将结扎后的滞育幼虫用蜕皮激素和离体脑等处理发现，结扎组和对照组的滞育幼虫均没有化蛹（表3）。蜕皮激素处理的幼虫大多以幼虫-蛹的中间型死亡，且较多地表现为幼虫特性。上述结果说明，结扎并不能使虫体原有的 JH 消失，正是这依然存在的 JH，阻止着变态的发生。甚至用外源蜕皮激素处理也无济于事。这与欧洲玉米螟的滞育幼虫相似。

表2　亚洲玉米螟滞育幼虫的颈部结扎效应

光周期	实验处理	幼虫数	处理后37天	
		(头)	幼虫数* (死亡数)	化　蛹　数
LD	不结扎（对照）	74	40 (15)	19
	假结扎（对照）	85	38 (39)	8
	结扎	236	195 (40)	1
SD	不结扎（对照）	21	11 (9)	1
	结扎	51	35 (16)	0

*表示存活幼虫数

表3 结扎幼虫对蜕皮激素和离体脑处理的反应

光周期	处理组	处理	处理幼虫数（头）	注射后15天	
				存活幼虫数（死亡数）	化蛹数
LD	不结扎	不注射	12	10（2）	0
		注射溶剂	11	2（9）	0
		蜕皮激素	11	1（10）	0
	假结扎	不注射	11	5（6）	0
		注射溶剂	11	6（5）	0
		蜕皮激素	12	2（10）	0
	结扎	不注射	30	25（5）	0
		注射溶剂	30	5（25）	0
		蜕皮激素**	25	18（7）	0
		蜕皮激素*	40	15（24）	1
		滞育幼虫脑	30	23（7）	0
		非滞育虫脑	34	14（20）	0
SD	不结扎	蜕皮激素*	11	0（11）	0
	结扎	不注射	10	8（2）	0
		注射溶剂	10	8（2）	0
		蜕皮激素*	10	0（10）	0

*蜕皮激素：注射3 μg/3 μL 蜕皮激素；**蜕皮激素：注射1.5 μg/3 μL 蜕皮激素

2.3 JHA 对滞育初期幼虫连续处理的影响

我们知道，如果 JH 控制昆虫的滞育，那么即使昆虫在非滞育发育条件下，JH 的存在还是使昆虫维持滞育状态而不化蛹，这在二化螟和西南玉米杆草螟等昆虫中已得到证实[5~6]。亚洲玉米螟中，将第21日龄的滞育幼虫分别注射 JHA 和溶剂，每周一次，连续四周，且在 LD 条件下饲养（表4）。二者总的化蛹率很接近。从对照组可以看出，在亚洲玉米螟中，早期滞育幼虫由于已经决定了的滞育发展方向，在 LD 条件下仍维持滞育状态。而处理组的结果说明，亚洲玉米螟的幼虫滞育并非象二化螟和西南玉米杆草螟那样体内 JH 的存在决定性地控制幼虫的滞育。

表4 JHA 对21日龄滞育幼虫连续处理的影响

处理一周后		处理二周后		处理三周后		处理后	
化蛹率（%）	对照	化蛹率（%）	对照	化蛹率（%）	对照	总化蛹率（%）	对照
8.42	5.17	12.86	5.46	2.13	6.25	23.41	16.88

表5 亚洲玉米螟滞育初期幼虫对激素处理的反应

处理幼虫数（头）	处理	一周后死亡率（%）
40	对照（溶剂3 μL）	15
60	蜕皮激素（3 μg/3 μL）	88
37	JHA（2 μg/2 μL）48 h 后+MH（3 μg/3 μL）	97

2.4 滞育幼虫对蜕皮激素处理的反应

蜕皮激素直接处理39日龄的滞育幼虫，继续在 SD 条件下饲养，一周后，死亡率达88%。如果先注射 JHA，48 h 后再用蜕皮激素处理，则死亡率更高，达97%。上述结果反映出，注射的 JHA 增加了濒死中间型的数量，所以增加了死亡率。说明滞育幼虫中有 JH 的存在。实验结果列于表5。在由 JH 调控滞育的西南玉米杆草螟[5]中，蜕皮激素处理使幼虫蜕皮且还为幼虫。

3 讨论

不同的昆虫滞育虫态不同，不同虫态的滞育其激素调控的机制不同[4]。同一虫态不同昆虫的滞育，激素调控的机制也不相同。在西南玉米杆草螟和二化螟等幼虫中，滞育是由 JH 调控。当幼虫中具有 JH 时，蜕皮激素的处理可使得幼虫不断蜕皮形成超龄幼虫，而非滞育幼虫（无 JH 激素时）经蜕皮激素处理后即使在高剂量情况下，变态化蛹。本文采用与处理西南玉米杆草螟和二化螟的相同量的蜕皮激素和离体脑处理亚洲玉米螟，但其结果并非与西南玉米杆草螟和二化螟相似，即不能蜕皮形成超龄幼虫，亦不能变态化蛹。可见，亚洲玉米螟幼虫滞育的激素调控机制与西南玉米杆草螟等幼虫滞育的激素调控并非完全相同，即幼虫滞育并非完全由 JH 控制[5~6]。实验结果显示，在亚洲玉米螟中，体内 JH 的存在以及维持较低的蜕皮激素在幼虫滞育中起着重要作用，是激素综合作用的结果。该结果支持了 Chippendale（1977）提出的“幼虫滞育是受不同内分泌相互作用而调节”的观点[11]。

Beck 与 Shane（1966）研究了外源蜕皮激素对欧洲玉米螟滞育的影响[12]，证明只有在高剂量注射蜕皮激素时对刚滞育的幼虫有反应，引起不完全的蜕皮周期，形成濒死的幼虫-蛹中间型。受试昆虫通常呈现更多的幼虫特性，而非蛹的特性，表明在滞育期间 JH 是存在的。为了与西南玉米杆草螟，二化螟以及欧洲玉米螟等幼虫滞育的研究相比较[3,4,6]，实验中我们也施加了剂量较高的蜕皮激素以及用重蒸水作对照，并同时也用半剂量的蜕皮激素进行了处理观察。实验结果说明亚洲玉米螟的激素调控与欧洲玉米螟的相似，而不同于西南玉米杆草螟。

本文采取结扎和注射等方法，对亚洲玉米螟的末龄滞育幼虫体内激素调控作了初步的研究。实验用虫都是在结扎和注射后，经过仔细筛选的，处理不好的幼虫均被淘汰。这不仅需要许多的时间和精力，还需要大量的实验用虫。如果知道不同龄期以及相同龄期的不同时间滞育幼虫其体内 JH 和蜕皮激素的含量滴度变化，则会取得更有说服力的实验结果。

激素对昆虫的调控，尤其是对昆虫滞育的调控，也是目前较为关注的问题。设法完全了解它的控制机制，并用于害虫防治和益虫利用上，为人类造福，乃是最终的目的。

参　考　文　献

1 Yin C M, Wang Z S, Chaw W D. Brain neurosecretory cell and ecdysiotropin activity of the non-diapausing, prediapausing and diapausing southwestern corn borer, “*Diatraea grandiosella* Dyar. J. Insect Physiol., 1985, 31: 659～667

2 Lavenseau L *et al*. The endocrine control of diapause in insects. In: Porchet M, Andries J C, Ainaut A eds. Advances in Invertebrate Reproduction 4. Elsevier Science Publishers B. V. Medical. 1986, 69～76

3 赵章武，黄永平. 昆虫滞育及其调控机制. 山西大学学报（自然科学版），1995，18：105～118

4 郭　郛等. 昆虫的激素. 北京：科学出版社. 1979，227～270

5 Yin C M, Chippendale G M. Juvenile hormone regulation of the larval diapause of the southwestern core borer, *Diatraea grandiosella*. J. Insect Physiol., 1973, 19: 2 403～2 420

6 Yagi S, Fukaya M. Juvenile hormone as a key factor regulating larval diapause of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 1974, 9: 247～255

7 Yin C M, Chippendale G M. Larval diapause of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*: experiments examining its hormonal control. J. Insect Physiol., 1978, 25: 53～58

8 Bean D W, Beck S D. The role of juvenile hormone in the larval diapause of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. J. Insect Physiol. 1980, 26: 579～584

9 周大荣等. 玉米螟人工大量繁殖研究（Ⅰ）：一种半人工饲料及其改进. 植物保护学报，1980，7：113～112

10 陈 沛等. 玉米螟人工饲料中应用昆虫保幼激素类似物的初步试验. 昆虫学报, 1980, 23: 224～227
11 Chippendale G M. Hormonal regulation of larval diapause. Ann. Rev. Entomol., 1977, 22: 121～138
12 Beck S D, Shane J L. Effect of ecdysones on diapause in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. J. Insect Physiol., 1969, 15: 725～730

THE EFFECTS OF HORMONES ON DIAPAUSE LARVAE OF ASIAN CORN BORER

Zhao Zhangwu Cao Meixum
(Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica Shanghai 200025)

被引频次最高的中国科技期刊500名排行表*

（据中国科学引文数据库1995年数据统计）

名次	期刊名称	被引频次	名次	期刊名称	被引频次
1	科学通报*	1169	32	感光科学与光化学*	222
2	高等学校化学学报*	713	33	数学学报*	215
3	中国科学B辑*	670	34	中华骨科杂志*	214
4	化学学报*	607	35	中华放射学杂志*	213
5	分析化学*	568	36	古脊椎动物学报*	211
6	植物学报*	525	37	中国激光*	203
7	物理学报*	513	38	高能物理与核物理*	201
8	中华外科杂志*	375	38	石油化工*	201
9	中国科学A辑*	369	40	海洋与湖沼*	198
10	中华医学杂志*	356	41	大气科学*	195
11	中华病理学杂志*	339	42	地理学报*	194
12	光学学报*	336	43	遗传学报*	192
13	药学学报*	325	43	中国农业科学*	192
14	地球物理学报*	307	45	植物分类学报*	191
15	金属学报*	298	46	催化学报*	188
16	中国药理学报*	294	47	有机化学*	186
17	中华内科杂志*	261	48	云南植物研究*	185
18	中华血液学杂志*	253	49	地质学报*	183
19	物理化学学报*	252	50	计算机学报*	181
20	化学通报*	251	51	中国科学	179
21	电子学报*	236	52	生理学报*	176
22	高分子学报*	233	53	Chinese Physics Letters*	175
23	生物化学与生物物理进展*	231	53	应用化学*	175
24	生物化学与生物物理学报*	228	55	海洋学报*	170
24	植物生理学通讯	228	55	中华微生物学和免疫学杂志*	170
24	中草药*	228	57	Chinese Science Bulletin	169
24	中华妇产科杂志*	228	57	中国免疫学杂志	169
28	古生物学报*	227	59	水生生物学报*	168
28	中华肿瘤杂志*	227	59	中国中西医结合杂志	168
30	植物生理学报*	226	61	华中理工大学学报*	167
31	中华泌尿外科杂志*	224	**61**	**昆虫学报***	**167**

：1. 该库1995年收录中国出版的重要科技核心期刊316种。""号的期刊为中国科学引文数据库的来源期刊。
2. 本表期刊按被引频次降序排列，其中被引频次相同的期刊作为并列名次处理，并按刊名音序排列。
3. 中国引文数据库生物类核心期刊，**《昆虫学报》**排列名次**第12名**。

转载《中国科学引文数据库》
1996年12月